

ACADEMIA DE INGENIERÍA

OCÉANOS DE BITS, RUTAS DE DESCUBRIMIENTO

DISCURSO DEL ACADÉMICO ELECTO

EXCMO. SR. D. ANÍBAL R. FIGUEIRAS VIDAL

LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN PÚBLICA

EL DÍA 30 DE MAYO DE 2000

Y CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO

EXCMO. SR. D. JOSE ANTONIO MARTÍN PEREDA



MADRID MM

CONTENIDO

DISCURSO DEL ACADÉMICO ELECTO EXCMO. SR. D. ANÍBAL R. FIGUEIRAS VIDAL	
OCÉANOS DE BITS, RUTAS DE DESCUBRIMIENTO	7
CONTESTACIÓN DEL ACADÉMICO EXCMO. SR. D. JOSÉ ANTONIO MARTÍN PEREDA	23

Excelentísimo señor Presidente,
Excelentísimos señores,
señoras y señores,

I

Navegar es verbo cómodo para el inicio de un discurso: se encuentran en él aventura y esparcimiento, sin excluir ni viaje, ni comercio. Atrae así múltiplemente a los humanos. Y de tal ventaja me voy a valer, les confieso, para que este comienzo no defraude su cortés atención: si también me permite despertar su interés, añadiré una evidencia más en favor de la conjetura de que la magia de las palabras excede su significado y se nutre de evocaciones.

En un medio desfavorable, no hay modo sensato de movilidad diferente de la navegación: empleando referencias y cálculos para alcanzar un destino desde un punto de partida. Por ello no debe extrañar que se haya adoptado el término para representar la acción de quien –figuradamente– se desplaza por las, a mi juicio, mal denominadas autopistas de la información. Únicamente la mercancía –los bits– transcurre organizadamente en las actuales redes de comunicaciones: para los usuarios, la proliferación de fuentes las convierte en un ambiente cada vez más desestructurado, menos acogedor por tanto; invalidando las técnicas de la conducción y haciendo precisas las habilidades del navegante. Creo que con esto nos atrae: la inclinación a la novedad y al descubrimiento seguramente viaja en nuestra dotación genética.

Mucha es la hostilidad del medio: no hay océano de extensión comparable a las ilimitadas posibles combinaciones de unos y ceros; no hay biblioteca, salvo la de Babel en las páginas de Borges, de complejidad similar. Esta

acumulación cuantitativa comienza a producir los efectos del magistral cuento aludido: lucha, frustración, crimen, desesperanza.

Para mi sorpresa, de la imperfección narrativa de Borges quieren hoy dar prueba tantas voces que no cabe recordar todas. Yo, además, no quiero. No comparto la necesidad de demonizar la Biblioteca: y no entiendo por qué, si los libros se escribiesen en binario, habría que proceder de otra manera. Necesariamente hay en la Biblioteca borgeana pornografía; necesariamente engaño; necesariamente porque todo lo contiene, porque es la crónica de la humanidad. Lo que no justifica aceptar la solución que aparece en la novela de Eco: dando al fuego el continente no se combate el origen de los contenidos. Lamentablemente, la tan frecuente transposición de causas y efectos por muchos que desprecian cuanto ignoran se mantiene después de milenios de civilización.

La memoria, prodigiosa capacidad, debería recordar a todos la diferencia entre medios y actos: ¿quién cree hoy que el hierro fué el responsable del dominio de unos pueblos sobre otros? ; ¿quién que la imprenta deterioró la producción de saber?; ¿produjo la máquina de vapor un definitivo empeoramiento de las condiciones de vida?; ¿alguien recomienda la prohibición de los vuelos porque se evitarían las catástrofes aéreas?; ¿surgieron estafa, hurto y robo con el papel moneda o con las tarjetas de crédito?... Quienes no recuerdan, amnesias aparte, toman voluntariamente el papel de inquisidores post-industriales, y, pretextando salvaguardar a la sociedad de los males que la sociedad crea, usan los bisturís contra la tecnología entre invocaciones a éticas y estéticas, tal manera contribuyendo al severo perjuicio de la supuesta amenazada. Cierta deformación profesional, debida a la búsqueda de modelos y explicaciones, me impulsa a preguntarme cuales son sus verdaderos intereses: más información lleva a más libertad, a mayor desarrollo humano; y aunque al ejercer la libertad surjan riesgos, es un ejercicio irrenunciable.

II

El Profesor Elías Fereres tituló un reciente discurso: "Sin agua, no hay pan". Me impresionó: extraer un eslabón de una sólida cadena y darle vida propia requiere pulso firme y conocimiento amplio. Con menores dotes, me conformo con presentar la cadena completa:

sin bienestar; no hay sociedad;
 sin tecnología, no hay bienestar;
 sin ciencia, no hay tecnología;
 sin sociedad, no hay ciencia.

Rompa alguien un eslabón —o un par de ellos, como en los casos a que antes me he referido— y conseguirá dañar al único sujeto presente en todas las oraciones: el ser humano. Y no se crea que la postulación de esta cadena viene de tiempos recientes: de acuerdo con mis limitados saberes, la propuso Aristóteles en una obra perdida pero largamente comentada —"Acerca de la Filosofía"— ; mi versión supone un arreglo menor de la que presentó un matemático que mutó a ingeniero, quien cada día más recibe reconocimiento como padre de las técnicas actuales de tratar y transmitir la información: Norbert Wiener, en su libro "Inventar", escrito en los años 50 y publicado tres decenios después. Su repetida lectura me ha enseñando mucho; que algunos consejos coincidan con los que hace 20 años me ofrecía otro científico admirable, Athanasios Papoulis, me confirma que debo seguir releándolo.

Convengamos, por tanto, en que tener acceso a información no implica una amenaza: supone una ventaja. El problema radica en otro lugar: información, indica una definición clásica, es todo aquello que puede incrementar nuestro nivel de conocimiento. Lo cual ya apareja el carácter estocástico de los mensajes informativos y la distinción entre bit lógico y bit informacional... Pero se ha seguido hablando de terabits y de gigabits por segundo sin ni siquiera prestar atención a esta diferencia: así que no resulta extraño que haya sido imposible calificar la información, y que hayamos llegado a un momento en que se dice que el exceso de información equivale a su

falta, y en que nadie sabe si tienen valor los bits, los bits por segundo, el acceso a unos u otros, o su asimilación y transformación en conocimiento.

A mi criterio, pasa como con los libros —u otros objetos artísticos—. Su valor no guarda relación con el soporte físico: depende de su contenido. Y bien se sabe que es la relación texto — lector lo que lleva a la realización de ese valor. De modo que la necesidad de que el usuario de las telecomunicaciones personalice su acceso a la información gana urgencia con el aumento de la información accesible... Pues precisamente en ello se arrastra el mayor atraso.

Una luz —tenue, eso sí— nos ayuda desde el ámbito de los negocios. No hay que asombrarse de esta procedencia: si las personas nos encontramos en la situación de los visitantes de la Biblioteca de Babel, las empresas existen en el ambiente de La Lotería en Babilonia, y les puede corresponder premio o castigo en el forzado juego del mercado, por lo que pretenden ventaja para sobrevivir. Ventaja provee el buen uso de la información: eso quieren decir cuando hablan de Gestión del Conocimiento —las empresas y sus gestores tienen acreditadas facultades para la denominación atrayente, aún a costa de la exactitud—.

La Gestión del Conocimiento nombra la etapa última de un desenvolverse —las empresas— como usuarios de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que ha pasado por otras muchas más elementales, según revela la historia de los Sistemas de Información. Disciplina todavía en mantillas, su mayor mérito está en un demostrado convencimiento de que el saber gobierna los actuales negocios.

Principios básicos de la Gestión del Conocimiento son el que dice que a cada integrante de la empresa ha de llegarle la información que precise —y, por mor de la eficacia, justo la que precise—, al tiempo que su conocimiento ha de transformarse en información para los demás. Pues estos mismos principios, a mi juicio, deben sustentar el servicio y negocio de las Telecomunicaciones: en la interacción entre información y conocimiento se halla su esencia. Tal interacción se frena si no se dispone de herramientas adecuadas para navegar y descubrir: para seleccionar y acelerar el aumen-

to de conocimiento y su ingreso en el sistema, y con ello el crecimiento de éste y el provecho de todos.

Que la transferencia de este planteamiento al mundo de las Telecomunicaciones no haya sido (ni esté siendo) rápida se debe a compartimentaciones arbitrarias de lo continuo. Distinguir hoy entre computación y transmisión, entre Informática y Telecomunicaciones, es un banal ejercicio retórico: aplicar la distinción en la vida (educativa, técnica, económica,...) produce gratuitamente perjuicios intolerables. No es grave hablar de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: lo grave es creerse que las segundas no son unas (imprescindibles) de las primeras, o que las primeras pueden existir sin incluir las segundas. Tales desmanes semánticos propician en nuestro país efectos pavorosos: se sigue hablando de ordenadores sin redes y de la relación entre redes de telecomunicaciones y usuarios humanos: no de la imbricación máquina-red-persona, única visión que permite un decidido avance. Hasta la orientación de la Telemática, en teoría puente entre ordenadores y comunicaciones, mantiene una pata en el aire. Y dejo para el futuro la discusión de si las Tecnologías de la Producción no estarán mejor nutridas dentro de este ambiente general que perviviendo como si las islas de información y automatización fuesen preferibles a los continentes —o, al menos, a las penínsulas—.

Esta disociación, por descontado, no puede interpretarse como excepcional. Fervorosos empeños se invierten en la artificial segregación de los saberes, en la compartimentación de conocimientos, hasta en levantar barreras que impidan acceder a instrumentos declarados ajenos en cada minúsculo rincón en donde se halle un grupo de especialistas, o un sector de titulados o profesionales. Las tecnologías que menciono se ignoran (formalmente) entre sí porque no se ven obligadas a representar su obvio papel conjunto en otros espacios, en los que se las rechaza en masa, como ya he dicho, sin razones válidas para ello. De idéntica manera pretendían algunos en la Inglaterra de los inicios de siglo desterrar otro instrumento de capital importancia: nos recuerda el investigador en frecuencias milimétricas y submilimétricas Roger Pollard en un libro recién publicado por el IEEE,

"Engineering Tomorrow", que el editorial de un periódico proponía la prohibición del automóvil porque muchos trabajos relacionados en los caballos –producción de sillas de montar, limpieza de establos, suministro de pienso, fabricación de carruajes,...– se perderían. Si los dedicados a tecnologías inseparables interactuasen más, podrían ofrecer resultados más provechosos y minimizar la ridícula reiteración de argumentaciones como ésta.

III

Decía antes que más información permite más libertad: la libertad significa capacidad de elegir alternativas, y entre ellas está la propia decisión de qué información se desea. Yo he recibido mucha, y útil, del Profesor Vicente Ortega; profesor y también amigo. Una de sus recomendaciones dice que para pensar ha de preferirse tener la cabeza fría y los pies calientes. En realidad, pensar se piensa, inevitablemente, siempre: y me inclino a opinar que hasta es mejor hacerlo en muchas circunstancias diferentes. Decidir es otra cosa, y para ello sí aprovecha la recomendada regulación térmica: que puede conseguirse bajo muy diversos ropajes.

Todos conocen los buscadores de Internet: su utilización calienta la cabeza, ya que vienen a ser como el juego de las siete y media; en tal trance, poco importa la calidad de las zapatillas. No puede alcanzarse la satisfacción que disfrutaba Quevedo:

“Retirado en la paz de estos desiertos,
con pocos, pero doctos libros juntos,
vivo en conversación con los difuntos
y escucho con mis ojos a los muertos”.

Es previsible que no podamos sentir lo mismo (también que no podamos decirlo de igual modo: pero eso tiene difícil arreglo): mediante operaciones lógicas con palabras clave no se obtiene un buen compromiso entre los dos tipos de errores que pueden cometerse —y eventualmente se cometen— en todo proceso de selección (de decisión), y que aquí se presentan, en complemento, bajo las denominaciones de relevancia —cuánto de lo seleccionado tiene interés— y recuperación —cuánto de lo interesante se selecciona—.

La operación de selección se aplica a cada bloque de información examinado: se acepta como apropiado o se rechaza, y, para cualquier método o técnica que se aplique, mejorar la tasa de relevancia empeora la de recuperación, y al contrario — adviértase que esta perogrullada escapa al entendimiento de quienes acusan a las máquinas de la imperfección de equivo-

carse ocasionalmente: tal vez pretendiendo que, como ellos, no acierten nunca—. Pero los valores concretos de estas tasas, salvo en los extremos —todo vale o nada vale—, dependen del método o técnica aplicado. Pues bien: los buscadores actuales superan escasamente las prestaciones de una selección puramente al azar...

Pero la Teoría de la Decisión tiene una larga vida, en Estadística y en Ingeniería: en ambas se ha advertido, se sabe, se enseña, que hay dos aspectos cruciales para una buena clasificación. Que son la elección de las componentes de las observaciones y el diseño del algoritmo que, considerando éstas, las clasifica.

Acéptese que deseamos seleccionar textos de entre una maraña de ellos: maraña, digo, en el sentido de abundancia y de desorden, porque si estuviesen previamente clasificados la dificultad sería menor (aunque también podría serlo la satisfacción con el resultado). Si existiese un lector inteligente, pero mecánico —toléreseme la contradicción por el momento— podríamos delegar en él la búsqueda de lo que considerásemos relevante. Repárese en que para ello tendría antes el fantástico lector mecánico que entender nuestros criterios de selección: explicárselos (y que los comprenda) sería la tarea esencial, ya que suponemos que el lector fabuloso, dada su naturaleza, podría servirnos sin desmayo. Se percibe que, aún replicando un cerebro humano, el proceso se llevaría a cabo con irremediables fallos. Por ello opino que, al menos hoy, (aún) no pueden considerarse prometedoras aproximaciones que persigan esta mimesis, recurriendo a la sintaxis y a la semántica, a la lingüística, en el diseño.

También me atrevo a argüir que las palabras (me) parecen soporte más natural de la información que las reglas de su empleo. En ello, no difiero mucho de la visión que distingue términos que tienen contenido semántico “per se”, como nombres y verbos, de otros que los completan o estructuran el discurso. Habrá, pues, que seguir recurriendo a las palabras: verosímilmente, a algunas de ellas..

Los métodos booleanos seleccionan según la presencia o ausencia (simultánea o alternativa) de palabras “clave”, que el usuario establece. Tan

episódica técnica proporciona previsibles pobres resultados — muchas veces inaceptables —: no considera que son importantes las frecuencias, las proximidades, ... Olvida, en definitiva, que el lenguaje incluye sinédoques, metonimias y metáforas, que se recurre a ejemplos, que recoge un estilo. Luego será razonable pensar en un diseño intermedio: manejando términos mejor que con uniones e intersecciones, pero no la titánica tarea de interpretar sentencias e interacciones... Formidable reto, trascendente desafío: si no fuese por la constancia de la existencia de algoritmos de decisión, de máquinas de clasificación de extraordinarias prestaciones, cualquiera declinaría aceptarlo.

Un clasificador máquina no es más que la realización física de una función de muchas variables cuyo rango, cuyos posibles valores sirven como indicación directa de las clases. Su tarea consiste en leer como variables los diversos campos de una muestra (es decir, las características de un caso a clasificar) y proporcionar como resultado el indicador de su clase. Su capacidad para conseguirlo radica en los parámetros presentes en la función (además de en la forma de la propia función, que se denomina arquitectura de la máquina). Con parámetros arbitrariamente elegidos, la máquina se comporta de modo arbitrario; pero si se dispone de un conjunto suficiente de muestras etiquetadas con la clase que les corresponde —conjunto procedente de experiencias previas— se puede modificar los parámetros de la máquina para que responda “como es debido” ante la aplicación de dichas muestras. “Como es debido” quiere decir de forma tal que se garantice generalización: que la máquina actúe satisfactoriamente ante casos no contenidos en el conjunto que ha servido para que “aprenda”; ya que, en definitiva, eso es para lo que la máquina ha de servir; puesto que las muestras etiquetadas no presentan dificultad, ya están clasificadas.

La prudencia me aconseja no demorarme ahora ni en arquitecturas, ni en tipos de “maestros” o criterios para el aprendizaje, ni en algoritmos para la actualización de los parámetros, ni en posibilidades para garantizar buena generalización. No me impide, sin embargo, insistir en que hay un claro

paralelismo entre esta forma de aproximarse a la clasificación y el modo esencial de aprender de un ser vivo: de la experiencia (aclaro que no necesariamente propia). No se hace precisa la adopción explícita de hipótesis o modelos, y así se eliminan las consecuencias de errores en ella.

El desarrollo de métodos de entrenamiento de estas máquinas aún se encuentra en niveles elementales: no se sabe determinar efectivamente los ejemplos críticos, no se sabe cómo sacar todo el provecho de posibles muestras no etiquetadas que se encuentren disponibles, no está claro cómo medir la generalización, hay dificultad para que el diseño evolucione adaptándose a los cambios del entorno... Reconocer esta situación ha alejado las pretenciosas declaraciones de los inicios de la investigación de estas técnicas, en que replicar capacidades humanas se decía cuestión de pocos años. Se intenta hoy llevar a cabo tareas específicas (y en no pocas ocasiones, de casi imposible consideración por humanos). Así, se han conseguido magníficos resultados en aplicaciones de gran dificultad, como detectar averías en maquinaria u optimizar procesos complejos; también en reconocer unidades del discurso oral, caracteres escritos, objetos disimulados en imágenes, hasta contenidos subliminales en mensajes. Digamos, pues, que los clasificadores máquina son un prometedor campo para la investigación fundamental y aplicada.

Entre estas máquinas que aprenden, una familia ofrece desusadas capacidades —a la vez que (casi) inescrutables modos de actuar—: las redes neuronales. Con más de medio siglo, sólo en los últimos quince años se han desarrollado; pero tan velozmente que ocupan lugar destacadísimo frente a su competidoras (reglas, diseños estadísticos, árboles,...). Debe reconocerse que hasta su denominación es consecuencia hiperbólica del desmedido optimismo de los inicios de estos métodos: se trata, ciertamente, de elementos sencillos interconectados y dispuestos en caminos paralelos, como el sistema nervioso humano; pero ni las arquitecturas asequibles tienen tamaños ni remotamente parecidos a tal sistema, ni ha sido (hasta hace muy pocos años) frecuente la consideración de bloques especializados y cooperativos, ni, sobre todo, su actuación resulta fácilmente inteligible para

nosotros (aunque debo reconocer que lo mismo nos acontece esporádicamente con nuestras propias acciones).

Mas, para nuestro problema, poco importa que su acción no pueda explicarse, basta con que satisfagan lo que de ellos se demanda: acertar con los textos que se desean, sin que implique que los acompañen muchos otros irrelevantes.

IV

Con datos tan crudos como la frecuencia de aparición de ciertos términos clave en cada texto considerado, el grupo de investigación del que formo parte en la Universidad Carlos III de Madrid ha conseguido poner a punto clasificadores de textos que, en aplicaciones reales, proporcionan prestaciones por encima del 90% en relevancia y recuperación: mientras otros sistemas de otro carácter actualmente disponibles no sobrepasan límites del 60 ó 70%. Estos resultados han sido posibles por haberse elegido un método de tipo neuronal, el conocido como Máquinas de Vectores de Soporte, nacido de las ideas de un matemático ruso, Vladimir Vapnik (hoy en los Laboratorios Bell norteamericanos), que consigue buena generalización (buenas prestaciones prácticas) mediante una selección implícita de las observaciones que intervienen en el entrenamiento. Fijando una razonable aproximación al número de errores que la máquina comete, más un término que impone parsimonia, como objetivo a minimizar en el entrenamiento, Vapnik encuentra que la solución, los mejores valores de los parámetros de su máquina, que simplemente ponderan una medida de la similitud entre las muestras a clasificar y las etiquetadas disponibles inicialmente, puede determinarse mediante Programación Cuadrática. Así, buena parte de los parámetros resultan nulos: es decir, no se considera en el diseño la presencia de muchas de las muestras etiquetadas; de otra manera, se retiene sólo la información de aquellos ejemplos que son verdaderamente importantes para llevar a cabo buenas decisiones. Me gusta resaltar esto porque no difiere sustancialmente del modo en que los humanos aprendemos de las experiencias: prestando atención a las (que consideramos) más relevantes. El pequeño mérito de nuestro grupo de investigación ha radicado en reflexionar sobre esto, y obtener así un conjunto de sutiles modificaciones de los objetivos y los algoritmos que aparejan mejor y más rápido aprendizaje, originando clasificadores de utilidad general que hoy no tienen rivales conocidos.

No es preciso enfatizar las utilidades de estos diseños: recibir las noticias que uno desee, acceder a los datos que le interesan, proporcionar a

cada cliente lo que prefiere, encaminar cada documento hacia donde proceda... Las comunicaciones son personalizables por esta vía. Con trabajo adicional, claro está: ya que puede haber otras variables con más poder de discriminación que las frecuencias relativas, y hay que decidir todavía qué rasgos extraer para este fin cuando se trate de imágenes, gráficos, grabaciones de audio, etc. Además, y obviamente, nuestros clasificadores pueden ser mejorados. Pero estos futuros trabajos no me preocupan: me curó de todo espanto otro de mis maestros, el Profesor Ricardo Valle. Dijo en mi presencia cuando yo empezaba a entender trabajosamente qué cosa es la investigación: “En España, existe la idea de que se puede descubrir el transistor mientras uno moja un churro en el café del desayuno”. Entonces lo entendí – lástima que otras instancias no –, y después lo he vivido. Me gusta investigar por haberlo vivido. También me gustan el café y los churros, pero no los empleo para este menester.

Los horizontes que asoman al abordar problemas de esta complejidad e interés con métodos de sólidas bases científicas y técnicas atraen tan intensa como comprensiblemente: se trata con el lenguaje, con la imagen, con la representación gráfica; con los modos de expresión y de comunicación humanos, desde los más rudimentarios hasta los más elaborados – aunque triturados en forma de bits –. Su consideración y tratamiento tecnológico irá abriendo mayores posibilidades de bienestar, y de saber, y hasta de conocimiento de nosotros mismos.

V

No cabe calificar de casual que se perciba aquí la ventaja de aunar esfuerzos en lingüística, en sicología, en estadística, en ingeniería: no debe sorprender que aparezcan oportunidades para progresar acompasadamente en todos estos campos. Se trata de la enésima muestra de que la aceptación de la divergencia de las dos culturas da pasaporte a la barbarie y al estancamiento: a la larga, al retroceso. Aceptar tal divergencia cierra toda ruta a la evolución y al progreso: cualquier teórico de la creatividad, cualquier perseguidor de la innovación, ha leído o ha comprobado que los descubrimientos, las invenciones, hasta las mejoras requieren no ya capacidad y perseverancia: requieren explorar la diversidad, cuyo provecho fué en su día mostrado en el discurso de ingreso en esta Academia de otro querido amigo, Miguel Ángel Lagunas, quien ha tenido no poca influencia en muchos avances de mi trabajo —ente otras cosas que debo agradecerle—. Auméntese la diversidad y habrá más ciencia: como declaran la mayoría de los prestigiosos investigadores entrevistados en el muy recomendable "Engineering Tomorrow", la I+D toma hoy unos derroteros tan de resultado inmediato, tan de producto, tan de mercado, que son tiempos que nos hacen más ciegos y no podemos prever qué fundamentos científicos tendrán la mayoría de las tecnologías que se implementarán en uno o dos decenios más. Cosa análoga dijo Benjamín Franklin en su Memorias: pero de la Ciencia a finales del XVIII, cuando veía nacer tantas sociedades científicas en Europa.

Curiosa y lamentablemente, la orientación de los programas públicos de I+D se deja guiar por las mismas ansias de inmediatos resultados que la actual investigación empresarial. Pero no por las mismas razones —por presión de la competencia y los mercados—, sino porque la política difícilmente entiende cosa distinta que el discurso político, y el discurso político promete permanente regocijo e inmediato bienestar. El corto plazo otra vez: el inútil, y hasta dañino, intento de suplantar la actividad de la empresa y desatender la necesidad social, desoyendo incluso las indicaciones que desde la empresa se dan en contra de tal desviación. Cito textualmente a Tingye Li, AT&T Labs, en el libro antes referenciado:

"Los gobiernos pueden estimular y financiar la investigación estratégica —ciencia básica orientada hacia áreas de aplicación concretas—. Si tuviese éxito, sería una mina de nuevos campos [de trabajo] para el próximo siglo.

Pero esto requiere en el gobierno gente con visión, que comprenda las necesidades reales de la industria. Desgraciadamente, en los Estados Unidos los senadores y los congresistas se preocupan más de la competición internacional inmediata. Así, la mayor parte del dinero gubernamental va a financiar investigación aplicada a corto plazo —justo la que la industria debe hacer por sí misma—.

¿Qué institución impulsará ahora la investigación fundamental para alimentar la tecnología del mañana?"

Creo que la Academia de Ingeniería me admite en reconocimiento de mis intenciones y de mi esfuerzo: no de mis modestas contribuciones ni de mis contados logros. Por ello supongo que será benevolente con estas tambaleantes incursiones en ámbitos para mí difíciles: concepciones filosóficas, consideraciones políticas, construcciones con pretensión literaria. Pero no creo que sea una mera hipótesis decir que la Academia comparte la conclusión explícita de este discurso: es deber de los cultivadores de la Ciencia y la Técnica, y más de quienes ocupan estrados, difundir y explicar qué son y cómo sirven a la sociedad, y cómo la sociedad ha de otorgarles consideración y respeto. Si así no fuese, sería como describe Góngora en un soneto magistral, cuyo último verso por sí solo vale como obra literaria perfecta.

Yo creo que hay versos que son la semilla del poema, que la creación poética se produce en el hallazgo de ese verso —o al menos de su idea—: el trabajo del autor, tras la inspiración, construye los demás como complemento, sea puerta de acceso, adorno, explicación, o todas estas cosas. Así, sospecho que el anteriormente citado soneto de Quevedo se origina en el último verso que incluí en este discurso. La genial metáfora "escucho con los ojos" genera todo lo demás: la descripción de un retiro que se decide para oír lo que los grandes autores dijeron en el pasado, premio de sobrado valor para tomar con sosiego el alejamiento del mundo. Esos versos críticos —de presencia obvia en tantas obras magistrales— nacen, como toda

invención, de asociaciones que nadie encontró antes: de modo que su sentido puede, si se regresa a las fuentes, conceptuales o físicas, de la asociación, iluminarlas con deslumbrante intensidad.

El aludido último verso de Góngora presenta en enumeración decreciente el futuro de su belleza a una bella mujer a la que se aconseja que la disfrute en el momento: acabará transformándose

"en tierra, en humo, en polvo, en sombra, en nada"

En ello dará la Ingeniería si no brinda explicación de sí misma.

Muchas gracias.

ANÍBAL R. FIGUERAS VIDAL

CONTESTACIÓN

Excelentísimo Sr. Presidente

Excelentísimos Sres. Académicos

Señoras y Señores

Aníbal Ramón Figueiras Vidal nació en Vigo, Pontevedra, en 1950. Datos equivalentes a éstos constituyen el inicio de cualquiera de los currícula habituales a los que todos estamos acostumbrados. Pero he querido iniciar estas mis palabras de bienvenida por su incorporación a la Academia de Ingeniería de España con ese dato, no por él en sí, sino por lo que, unos renglones más adelante, en su mismo Curriculum, puede leerse: Catedrático de Universidad Numerario desde 1978. Dos años antes, en 1976, había leído su Tesis Doctoral, con Premio Extraordinario, y tres años antes había concluido sus estudios de Ingeniero de Telecomunicación, con el número uno de su Promoción. Una simple resta nos dice que Aníbal Figueiras llegó al máximo nivel de la carrera docente universitaria a la edad de veintiocho años. Evidentemente, eran otros tiempos y ahora eso no hubiera sido posible. Pero aunque entonces fuera posible, no era algo que sucediera habitualmente en la Universidad española.

No sé si el hecho que acabo de comentar marcó de alguna manera la posterior carrera profesional de nuestro hoy nuevo compañero. Pero de lo que sí estoy seguro es de que, de igual manera que lo anterior no era ni es algo usual, tampoco lo es la trayectoria que desde entonces ha recorrido Aníbal.

Reconozco que hubiera sido para mí mucho más sencillo glosar la figura de un profesional de la Ingeniería que hubiera dedicado toda su vida a una simple tarea. Que hubiera sido, por ejemplo, un científico dedicado en cuerpo y alma a sus trabajos de investigación, o un tecnólogo absorto en sus tareas de desarrollo, o un docente solo centrado en sus labores académicas.

micas, o un gestor de tecnología, o un empresario en el zenit de su carrera. Alguien, en resumen, que fuera un experto en algo, quizás con la definición de experto que parece dio en su día Niels Bohr cuando dijo eso de que *“un experto es alguien que ha hecho todos los errores que son posibles en un campo muy limitado”*.

Pero la figura de Aníbal Figueiras no se corresponde con ninguno de todos esos modelos que he apuntado porque Aníbal Figueiras es una síntesis, en el buen sentido, de casi todos ellos.

Aníbal, después de completar sus estudios de pregrado en la Escuela de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid, inició su trayectoria profesional en la Escuela de Barcelona. Fue de uno de esos jóvenes graduados que Luis Castañer glosaba, hace unos meses, en sus palabras de presentación del Académico Miguel Angel Lagunas y que habían constituido el arranque, lleno de zozobra, de dicha Escuela. No voy a repetir nada de lo ocurrido esos años, porque Luis Castañer ya lo ha hecho mucho mejor de lo que podría yo hacerlo. Pero sí quisiera hacer un breve comentario sobre las diferencias que se marcaron entonces en los caminos de I+D seguidos por las dos Escuelas de Telecomunicación existentes entonces en nuestro país: la Escuela madre, la de Madrid, y la primera creada, la de Barcelona. Estas dos trayectorias me servirán para apuntar más adelante lo que ha sido la evolución de las Telecomunicaciones en el último cuarto de siglo pasado. Evolución que no se si hoy se encuentra en su punto álgido o si aun le falta todavía mucho para alcanzarlo. Pero ese es otro tema que no me corresponde iniciar aquí.

La década de los sesenta había presenciado una de las mayores revoluciones habidas hasta entonces en el campo de las Telecomunicaciones: la introducción, en todos sus avances, de la Electrónica de semiconductores. La Electrónica era la reina de esos años y los esfuerzos más significativos de los que querían hacer algo en Comunicaciones tenían sus ojos puestos en ella. Pero la década siguiente, la de los setenta, la década en la que Aníbal inició su camino, descubrió que además de la Electrónica había otras ramas que eran tan importantes o más para el intercambio de información. Aníbal,

junto con otros profesores de la Escuela de Barcelona, emprendió ese nuevo camino que parecía empezar a abrirse.

Y al mismo tiempo que se abría ese nuevo camino, otros aires comenzaban también a soplar por nuestro país. Si el final de los sesenta vio, con la creación de la Escuela de Barcelona, el final del monopolio que la Escuela de Telecomunicación de Madrid tenía sobre las enseñanzas de esa Ingeniería en España, la década de los setenta significó el inicio de la expansión de esas enseñanzas por otros lugares de nuestro país.

Aníbal Figueiras podía haber continuado, sin sobresaltos, el camino que le señalaba su trabajo previo y haberse convertido, con toda seguridad, en uno de los profesores más significativos de la Escuela de Barcelona. Con toda seguridad, si solo hubiera hecho eso, también hoy nos habríamos congratulado de tenerle en esta Academia. Pero Aníbal Figueiras no podía ser "solo" un brillante investigador y un excepcional docente. Aníbal necesitaba más. Aníbal, de alguna manera, sentía dentro el espíritu de lo que ha marcado la trayectoria de las Escuelas de Telecomunicación en los años ochenta. El espíritu que marcó las escuelas de Madrid y Barcelona no podía quedarse tan solo en ellas. Debía extenderse al resto del país. Y así, cuando en 1985 se creó la Escuela de Vigo, Aníbal, ya catedrático de la Escuela de Madrid, no lo dudó. Cogió su maleta, en la que estaba todo lo que ya sabía y todo lo que deseaba, y volvió a su Galicia natal.

La historia de la creación de la Escuela de Vigo merecería un espacio y un tiempo más largo del que ahora dispongo. Tampoco soy yo el más indicado para contarla. Carlos Pajares, antiguo compañero mío de Facultad y Rector en ese momento de la única Universidad existente entonces en Galicia, la de Santiago, cada vez que me veía me contaba aventuras increíbles de lo que fueron los primeros años de esa Escuela. La Escuela de Vigo, hoy una de las más señeras del país, no habría sido lo que es sin la presencia de Aníbal Figueiras allí como su primer Director Comisario.

Pero Aníbal volvía a sentir que, una vez cumplida su misión, no debía seguir allí. Y volvió a Madrid.

Y en Madrid continuó con la tarea que le era propia: seguir introduciendo en los entornos más dispares las técnicas y los métodos en los que era maestro. No solo la Escuela de la capital, la única entonces en Madrid, se alimentó de sus enseñanzas. Un sin número de industrias, tanto nacionales como de otros países de la Unión Europea, y muchos departamentos, tanto ministeriales como de Comunidades Autónomas, también lo hicieron. Porque Aníbal no solo era, y evidentemente lo sigue siendo, un espléndido investigador y un magnífico maestro, sino que también, como lo había demostrado en Vigo, era también un excepcional organizador y, sobre todo, un luchador sin tregua. Aquí, en la Escuela de la Ciudad Universitaria, se mantuvo unos cuantos años más, publicando sin cesar en revistas internacionales, presentando sus trabajos en los foros más significativos y continuando con la labor de formación de nuevos ingenieros, que le es tan querida.

Pero Aníbal no podía convertirse, una vez más, en un catedrático al uso. A finales de los ochenta, inició su andadura la Universidad Carlos III de Madrid. A principios de los noventa se decidió que, entre sus enseñanzas, figuraran también las de Telecomunicación. Y Aníbal, de nuevo, cambió su despacho de la Ciudad Universitaria, en el que esos papeles inútiles y que nunca leeremos habían, quizás, iniciado ya esa etapa de asentamiento que tienen en los despachos del resto de los mortales, por la nueva tarea de levantar una nueva Escuela.

Y allí, en el Campus de Leganés, le podemos encontrar ahora. ¿Por cuánto tiempo? Seguro que ni él lo sabe. De vez en cuando se le puede ver flotando sobre otras escuelas de "Teleco" en creación, dando todo el apoyo que puede y que, con toda seguridad, es mucho más del que podríamos dar cualquiera de nosotros.

Aníbal Figueiras, nuestro hoy compañero, es para mí una de las figuras más significativas de lo que ha sido la evolución de los estudios de Ingeniero de Telecomunicación en la década de los ochenta y principios de los noventa. Y lo es, aparte de por la peripecia que acabo de resumir, por otro hecho tan significativo o más que el anterior. Y este ya se refiere al aspecto técnico de la carrera de Aníbal y que antes he iniciado.

Uno de los aspectos que no había surgido en mis anteriores palabras, ni en las palabras de Luis Castañer hace unos meses, era el del tipo de trayectoria profesional con el que se había iniciado lo que podríamos llamar "segunda fase de la Ingeniería de Telecomunicación en España". Si la primera, la que casi ninguno de los aquí presentes hemos vivido de manera activa, fue la de la evolución de una técnica que en sus inicio no quedaba claro si constituía algo con cuerpo suficiente como para configurar una carrera independiente de otras ya desarrolladas o solo debía ser una parte de ellas, hasta convertirse en algo con verdadero cuerpo y sentido, la segunda fase, la que se configuró a partir de los sesenta, significó su entrada dentro del entorno de aquellas profesiones que tenían algo que decir en Ciencia y Tecnología. La primera generación de esa segunda fase, la que mencionó Luis Castañer como la de aquellos que fueron al extranjero a aprender lo que se gestaba en otros lugares, poseían de la Ingeniería de Telecomunicación un concepto no demasiado alejado de la Ciencia aplicada. Era más el de una Electrónica más o menos teórica, más o menos aplicada a las Comunicaciones, pero que podía localizarse también, sin demasiados problemas, en terrenos no totalmente centrados en la Telecomunicación.

La generación de Aníbal Figueiras supuso un avance, avance que no ruptura, en una nueva dirección y un asentamiento en otro entorno. No es este el momento de entrar en posibles interpretaciones de por qué fue así, pero la mayoría de los que iniciaron su caminar en la década de los setenta, se inclinaron mucho más a lo que era una verdadera Ingeniería de Comunicaciones que algunos de sus predecesores. Aníbal Figueiras, igual que nuestro compañero Miguel Angel Lagunas y otros muchos, vieron que el futuro de la Telecomunicación no estaba solo en la Electrónica sino que se encontraba también en terrenos menos tangibles, más fundamentales. No eran solo importantes los circuitos o los dispositivos, sino que también lo eran las señales que estos controlaban y cómo esas señales, incluso, podían tener una cierta "vida propia". En las palabras de Aníbal que acabamos de oír hemos podido llegar a alcanzar algo de todo eso. Las comunicaciones de los próximos años serán algo tan diferente de lo que hemos visto

hasta hoy como lo pudo ser la introducción de la radio a principios de siglo con respecto al teléfono. Y esas comunicaciones, lo vemos todos los días, tienen mucho más de algo intangible, de algo que maneja técnicas quizás abstractas, que de tecnologías que se pueden tocar con las manos y ver con los ojos. Y mucho más, como hemos oído en las palabras que nos ha dirigido Aníbal, cuando se alcance el estado de incorporación al campo de las Comunicaciones de otras muchas técnicas que los próximos años parecen indicar. Creo que las ideas que acabamos de escuchar pueden ayudarnos a ver ese futuro.

Quisiera, finalmente, concluir mis palabras con una breve noticia de algunos de mis ocasionales contactos con nuestro nuevo compañero de Academia. No coincidí con él cuando realizó sus estudios en Madrid. Por esos años yo me encontraba fuera de España y volví prácticamente cuando él se incorporó a Barcelona. En el año 78 supe que una de las más jóvenes promesas de la Escuela de Barcelona iba a opositar a la entonces Cátedra del Grupo XV, "Líneas y Cables". Aquello podía constituir, si la obtenía, el renovar un conjunto de asignaturas que, muy importantes en los años cuarenta y cincuenta, habían detenido en esas fechas su caminar evolutivo. Creo recordar que esa oposición fue la última batalla que la Escuela de Telecomunicación vio desarrollarse en el cambio hacia nuevos horizontes. Aníbal alcanzó sus objetivos y algo que no estaba muy claro qué era, pero que todos intuían que era muy importante, la "Teoría de la Señal", hizo su entrada en algunas de las asignaturas de la carrera. No sería justo callar que, algunos años después, más de uno quizás sentimos un cierto desconuelo por la presencia de Aníbal en nuestra Escuela. Aníbal conseguía que los mejores estudiantes de entonces quisieran realizar sus Tesis Doctorales con él. Muchas de las Escuelas de Telecomunicación de España cuentan hoy con algunos de esos espléndidos estudiantes a los que Aníbal supo infundir la ilusión por el nuevo campo de la Señal. Aníbal marchó a Vigo y durante un tiempo apenas coincidimos. Pero a la vuelta, él haciendo cien mil cosas y yo diez mil, un día llegamos a la conclusión de que deberíamos configurar una especie de asociación que agrupara a todos aquellos que llevaran una vida de movimiento browniano como nosotros. Redactamos un borrador

de estatutos y la pusimos un nombre. El nombre era All, era un ai con todas las faltas de ortografía posibles porque era A, l latina e l latina. El significado de estas siglas no es el momento ahora de desvelarlas. Pero el hecho fue que comunicamos a algunos colegas el nacimiento de la nueva asociación y más de uno expresó su voluntad de incorporarse a ella. Pero las condiciones que habíamos puesto eran tan estrictas que no pudimos incorporar a ninguno y la asociación quedó en estado latente. Quizás puede haber ahora llegado el momento de volver a revitalizarla.

Este ha sido el único vínculo de tipo técnico-profesional que hemos tenido Aníbal y yo a lo largo de nuestras vidas. Pero creo sirvió para demostrarme que la personalidad de Aníbal era bastante diferente de lo usual en nuestro campo y estaba muy por encima de la media habitual. Su afán de iniciar nuevos caminos, su capacidad creadora y su rigor intelectual no han menguado con el paso de los años. Estoy seguro que, como en otros entornos, su presencia en la Academia de Ingeniería significará la entrada de nuevas bocanadas de aire fresco que nos harán movernos a todos. Por todo ello, doy la bienvenida, en nombre de esta Academia, a Aníbal Figueiras Vidal y me congratulo de poderle contar entre sus miembros.

Muchas gracias

JOSÉ A. MARTÍN PEREDA